

(19) JAPANESE PATENT OFFICE (JP)

(12) Publication of Examined Patent Application (KOKOKU) (B2)

(11) Japanese Patent Application Kokoku Number: SHO 62-60731

(24)(44) Kokoku Publication Date: December 17, 1987

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>[?] Identification Symbol JPO File No.

G 11 B 7/00 A-7520-5D

Number of Inventions: 1 (4 pages total)

---

(54) Title of the Invention: HIGH-DENSITY OPTICAL READ-OUT METHOD

(21) Application Number: SHO 55-132543

(22) Filing Date: September 24, 1980

(55) Japanese Patent Application Kokai Number: SHO 57-58248

(43) [Kokai Publication Date:] April 7, 1982

(72) Inventor: Keiichi Kubota  
c/o NEC  
5-33-1 Shiba, Minato-ku, Tokyo

(71) Applicant: NEC  
5-33-1 Shiba, Minato-ku, Tokyo

(74) Agent: Susumu Uchihara, Patent Attorney

Examiner: Akihisa Koyo [?]

## (57) Claims

1. A high-density optical read-out method which is characterized by the fact that three adjacent information tracks on a disk-form recording medium in which information is stored in the form of tracks in a format which allows optical read-out are simultaneously irradiated with light, and the signal of the middle information track of the three information tracks is read out by means of processing in which values obtained by multiplying the respective information light signals from both information tracks adjacent to the abovementioned middle information track by the respective amounts of crosstalk are subtracted from the information light signal from said middle information track.

## Detailed Description of the Invention

The present invention concerns an optical disk reader.

Optical disks in which indentations and projections are recorded on the disk surface in accordance with a recording signal, and the recorded information is read out by means of light in a non-contact manner at the time of playback, have attracted attention. In the case of this system, large quantities of information can be recorded and read out, and mass duplication is possible. Furthermore, such disks are also resistant to the effects of dust and scratches. Accordingly, applications such as video disks, audio disks, large-capacity still image files and large-capacity computer memories, etc., are conceivable. Video disks of this type are described in detail in (for example) a paper titled "The Philips 'VLP' System" in Philips Technical Review, 1973, pp. 178-193. According to this paper, the video disk input signal is an FM signal synthesized by frequency modulation, and this signal is converted into a square pulse signal. This pulse signal is input into a laser modulator, and a photoresist applied to the surface of the disk is exposed, or a vacuum-deposited metal thin film is evaporated, by the on/off switching of the laser beam. The portions irradiated by the laser beam form pits, and a pattern is formed in which the width of the pits is the same, but the length of the pits varies according to the signal. Information recorded in this manner is scanned with coherent laser light, and changes in the reflected light are read out. When coherent light is directed onto the pits formed in the disk surface, the light path length of the reflected light varies depending on the presence or absence of pits. As a result, mutual interference of the light occurs, and if this interfering light is detected by means of a light detector such as a photodiode, etc., the intensity of the light associated with the pits, i. e., the information, can be read out. Since the size of the recorded pits is 0.8 microns and the track pitch is 1.66 microns, the read-out device constricts the read-out light beam to [a diameter of] approximately 1 micron, and an automatic focus adjustment mechanism and automatic tracking mechanism are required in order to counter disk surface deviations and rotational axis deviations. The pit size is approximately the same as the wavelength of the recording light and the wavelength of the read-out light, and the track pitch is set so that tracks are unaffected by crosstalk with adjacent tracks. Accordingly, the recording density and capacity determined by the abovementioned parameters have been viewed as the limits of optical recording. The object of the present invention is to provide an optical read-out method which allows high-density, large-capacity read-out while achieving an apparent reduction of crosstalk.

The optical read-out method of the present invention is constituted as follows: i. e., three adjacent information tracks on a disk-form recording medium in which information is stored in the form of tracks in a format which allows optical read-out are simultaneously irradiated with light, and the signal of the middle information track of the three information tracks is read out by means of processing in which values obtained by multiplying the respective information light signals from both information tracks adjacent to the abovementioned middle information track by the respective amounts of crosstalk are subtracted from the information light signal from said middle information track.

Below, the present invention will be described in detail with reference to the attached figures. Figure 1 illustrates a conventional method, and shows the track arrangement of the pits 2 recorded in the recording material, and the light beam 1 which is used to read out information. When the pits 2 are irradiated by the light beam 1, variations in intensity are generated in the reflected light; accordingly, the presence of the pits 2 is detected, and is read out as information. Even when the light beam 1 is irradiating the center of a pit, light is also incident on the pits in adjacent tracks, since the light beam 1 has a Gaussian intensity distribution and thus has a broad foot. The amount of crosstalk generated as a result can be obtained by determining a cumulative distribution function by integrating the Gaussian distribution (probability density function) in a first-order approximation. Figure 2 shows the change in the amount of crosstalk according to the track spacing in a case where the pit width was set at 0.8 microns and the light beam diameter 2W was set at 1.0 microns. It is seen that in the case of a track pitch of  $3.2W = 1.6$  microns, the amount of crosstalk is  $10^{-5}$  or less, which is an amount that does not cause any problems in terms of the signal level. However, when the track pitch is narrowed to  $2.5W = 1.25$  microns, the amount of crosstalk is increased to a value of  $10^{-3}$  or greater, which causes considerable problems in terms of the S/N ratio of the signal. Accordingly, the track pitch cannot be made narrower than 1.6 microns.

Figure 3 is a diagram which illustrates the read-out method of the present invention. Here, three light beams 1, 1' and 1" are used as read-out light beams. The light beams 1' and 1" are separated from the central light beam 1 in the direction perpendicular to the tracks by an amount equal to the track spacing. Accordingly, in Figure 3, the light beam 1' irradiates the center of the track -1, the light beam 1 irradiates the center of the track 0, and the light beam 1" irradiates the center of the track +1. If the amounts of crosstalk of the respective light beams with adjacent tracks are expressed as k, then the signal light quantities S, S' and S" obtained from the respective light beams 1, 1' and 1" can be written as follows:

$$S = kS_{-1} + S_0 + kS_{+1} \quad (1)$$

$$S' = kS_{-2} + S_{-1} + kS_0 \quad (2)$$

$$S'' = kS_0 + S_{+1} + kS_{+2} \quad (3)$$

Here,  $S_{-2}$ ,  $S_{-1}$ ,  $S_0$ ,  $S_{+1}$  and  $S_{+2}$  express the signal light quantities obtained when light beams are incident on the central portions of the respective tracks. Furthermore, since the contributions

from the second closest tracks are small, and can be ignored here.

From the above Equations (1), (2) and (3), we obtain the following:

$$S - kS' - kS'' = (1 - 2k^2)S_0 - k^2S_{-2} - k^2S_{+2} \quad (4)$$

[Translator's note: in the above equation and in the text below, superscripts and subscripts are doubtful due to poor legibility in the original.]

The value of  $k_2$  [sic] is definitively determined by the track pitch and the size of the light beams; since this value is sufficiently small, the signal  $S_0$  can be obtained. The significance of Equation (4) is that if the light quantities from the respective light beams are calculated as shown in Equation (4), the information signal  $S_0$  is obtained, and the amount of crosstalk can be reduced from  $2k$  to a value of  $2k^2$  [?]  $(1 - 2k^2)$  to  $2k^2$ . Accordingly, the track pitch of the recorded pits can be narrowed, so that a higher density can be realized. It is seen from Figure 2 that the crosstalk  $2k$  for a track pitch of  $3.2W$  is approximately  $10^{-5}$ ; accordingly, a track pitch of  $2.5W$  is allowed for a crosstalk  $2k^2$  of approximately  $10^{-5}$ . Judging from this, high-density recording and read-out equal to 1.28 times the conventional density ( $3.2W/2.5W$ ) can be achieved. Since the recording capacity of an optical disk is extremely large, i. e.,  $10^9$  [?] bits, a large effect can be obtained even in the case of a slightly less than  $1/3$  increase in capacity. Figure 4 is a diagram which illustrates one example of an apparatus that can be used in order to realize the high-density optical read-out method of the present invention. Here, laser beams with different wavelengths emitted by respective semiconductor lasers 10, 11 and 12 are gathered into a single light beam by means of half-mirrors 13 and 14, and converted into parallel light by a lens 15. Afterward, this parallel light is reflected by a half-mirror 16 and conducted to a lens 17. The laser light is focused by the lens 17 into a spot with a diameter of 1 micron on the surface of a disk 3 which is rotated by a motor 4. However, since the positions of the respective semiconductor lasers 10, 11 and 12 are separated from each other by a slight distance (e. g., 1.25 microns) with respect to the optical axis, the light beams of the respective lasers are lined up at a spacing of 1.25 microns. The respective light beams are reflected by the pits of respective adjacent tracks, and the [reflected] laser light returns to the respective semiconductor lasers 10, 11 and 12 after passing through the lens 17, half-mirror 16, lens 15 and half-mirrors 13 and 14. In the semiconductor lasers, a self-coupling effect is found which is generated by changes in the driving current and changes in the light quantity that occur when the emitted light is again returned to the active regions of the semiconductor lasers, and returning light information can be detected using this self-coupling effect. In Figure 4, the returning light from the different semiconductor lasers is also incident on the respective semiconductor lasers; however, if the wavelengths of the respective semiconductor lasers differ by at least 100 angstroms, no self-coupling effect of these light beams is generated. Accordingly, information recorded on the three adjacent tracks described above can be simultaneously read out. The signals thus read out are subjected to processing corresponding to Equation (4), in which the operating circuit multiplies the signals by the crosstalk amounts. As is shown in Figure 5, the signals from the semiconductor lasers 10 and 12 are attenuated by attenuators 33 to values multiplied by the crosstalk amount  $k$ , and these signals are subtracted from the signal of the semiconductor laser 11, thus producing a read-out signal.

Tracking and focusing signals which are used to maintain the relative positions of the light beams and disk 3 are applied in a well-known manner as described below. Reflected light from the disk 18 [*sic; error for "3"?*--Translator.] passes through the half-mirror 20 via the lens 17, half-mirror 16 and lens 19, and is conducted to a two-surface split light receiver 21. Since the light quantity distribution is skewed on the light receiver 21 according to the relative positions of the tracks and light beams, tracking discrepancies can be detected. Furthermore, the light that is reflected by the half-mirror 20 is conducted to a four-surface split light receiver 23 via a wedge 22. When the disk 18 [*sic*] deviates from the focal position of the lens 17, the two-dimensional beam shape on the light receiver 23 is converted into an asymmetrical elliptical shape; accordingly, focusing discrepancies can be detected. Laser beams from the respective semiconductor lasers 10, 11 and 12 are incident on these detectors, so that displacements from the respective tracks are added to each other. Accordingly, the tracking and focusing signals are more reliable than in the case of a single laser beam.

Here, furthermore, an apparatus based on a signal read-out system using a self-coupling effect was described as an embodiment. However, it is clear that the effect of the present invention even in cases where signals are separately detected by installing light-receiving elements corresponding to the light sources.

In the present invention, as was described above in detail, the read-out of high-density, high-capacity recording is made possible by achieving an apparent reduction in the amount of crosstalk.

#### **Brief Explanation of the Figures**

Figure 1 is a diagram which illustrates a conventional information read-out method. Figure 2 is a graph which illustrates the amount of crosstalk. Figure 3 is a diagram which illustrates the information read-out method of the present invention. Figure 4 is a diagram which illustrates one example of an apparatus used in order to realize the present invention. Figure 5 is a diagram which illustrates the signal processing circuit.

In the figures, 1, 1' and 1" indicate light beams, 2 indicates pits, 3 indicates a disk, 10, 11 and 12 indicate semiconductor lasers, 13, 14, 16 and 20 indicate half-mirrors, 15, 17 and 19 indicate lenses, 21 and 23 indicate split-surface light receivers, and 22 indicates a wedge.

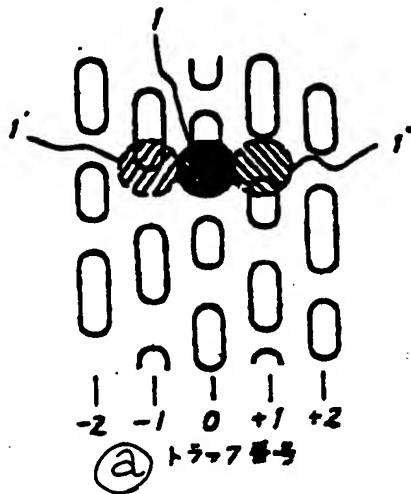
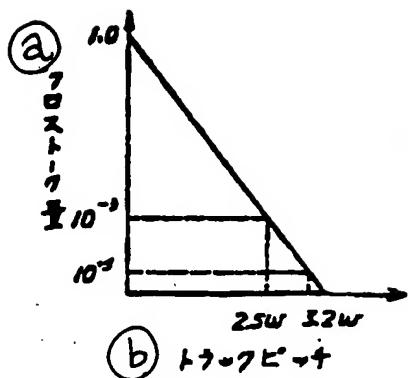
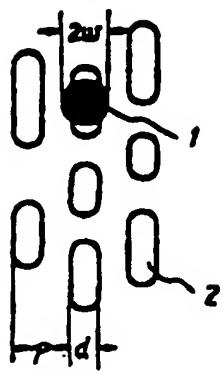


Figure 1.

Figure 2.  
a. Amount of crosstalk  
b. Track pitch

Figure 3.  
a. Track numbers

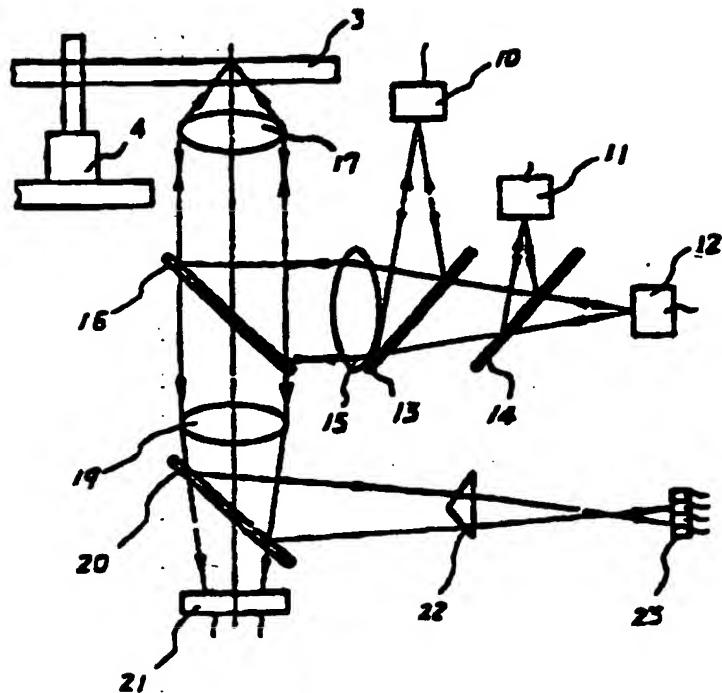


Figure 4.

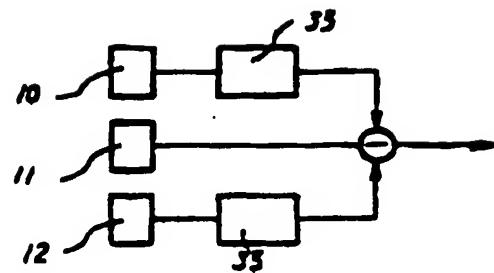


Figure 5.

①日本国特許庁(JP) ②特許出願公告  
**③特許公報(B2)** 昭62-60731

④Int.Cl.  
G 11 B 7/00

識別記号 厅内整理番号  
A-7520-5D

⑤公告 昭和62年(1987)12月17日  
**発明の数 1 (全4頁)**

**⑥発明の名称 高密度光読み出し方法**

⑦特許 昭55-132543  
⑧出願 昭55(1980)9月24日

⑨公開 昭57-33248  
⑩昭57(1982)4月7日

⑪発明者 須田 恵一 東京都港区芝五丁目33番1号 日本電気株式会社内  
 ⑫出願人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号  
 ⑬代理人 弁理士 内原 晋  
 ⑭審査官 小堀 昌久

1

2

**⑮特許請求の範囲**

1 情報を光学的に読み取り得る形態でトランク状に蓄積したディスク状記録媒体の接続した3つの情報トランク上に各々同時に光を照射し、3つの情報トランクのうち真ん中の情報トランクの両隣りの情報トランクからの各情報光の各信号に各々クロストーク量を掛けたものを真ん中の情報トランクからの情報光の信号より差し引くという演算処理をすることによつて前記真ん中の情報トランクの信号を読み出すことを特徴とする高密度光読み出し方法。

**発明の詳細な説明**

この発明は光ディスク読み出し装置に関するものである。

ディスク表面に記録信号に応じた凹凸を記録し、再生時に非接触的に光でその情報を読み出す光ディスクが注目されている。この方式によれば大容量情報の記録、読み出しが可能、大量複製が可能、ゴミ、スクランチなどの影響にも強いことから、ビデオディスク、オーディオディスク、大容量静止画ファイル、大容量コンピュータ・ノモリの用途が考えられている。このビデオディスクについては、例えば雑誌「フィリップス・テクニカル・レビュー (PHILIPS TECHNICAL REVIEW)」1973年178~193頁に記載の論文「フィリップスのVLPシステム (THE PHILIPS VLP SYSTEM)」に詳しく述べられている。この論文によれば、ビデオディスク入力信号は周波数変調して合成されたFM信号となり、これを矩

形パルス信号に変換する。このパルス信号をレーザ変調器に入れ、レーザ光をオン/オフしてディスク上に塗布されたフォトレジストを露光したり、蒸着した金属薄膜を蒸発させたりする。レーザ光が照射された部分がピント(穴)になり、信号によつてピントの幅は同じで長さが変わるべきが記録される。このようにして記録された情報にコヒーレントなレーザ光を照射して、反射光の変化を読み出す。ディスク面上のピントにコヒーレント光を照射すると、そこから反射してきた光は、ピントのある所とない所では光路長が変化する。このため光は相互に干渉し、この干渉光をフォトダイオードなどの光検出器で検出すれば、ピントに伴う光の強弱、すなわち情報が読み出される。記録されているピントの大きさは $0.8\mu m$ でトランクピッチは $1.66\mu m$ の大きさをもつて、読み出し装置は読み出し光ビームを $1\mu m$ 程度に絞り込み、ディスク面振れと回転軸芯振れに対する自動焦点調整機構、自動トランкиング機構が必要である。ピットの大きさは記録光波長、読み出し光波長と同程度の大きさであり、トランクピッチは隣接トランクとのクロストークの影響を受けないように設定されているので、上記パラメータによる記録密度、容量が光記録の限界とされていた。この発明の目的はクロストーク量を見かけ上小さくし、高密度大容量読み出しが可能な光読み出し方法を提供することにある。

この発明の光読み出し方法は、情報を光学的に読み取り得る形態でトランク状に蓄積したディス

(2)

特公 昭 62-60731

3

ク状記録媒体の隣接した3つの情報トラック上に各々同時に光を照射し、3つの情報トラックのうち真ん中の情報トラックの両隣りの情報トラックからの各情報光の各信号に各々クロストーク量を掛けたものを真ん中の情報トラックからの情報光の信号より差し引くという演算処理をすることによって前記真ん中の情報トラックの信号を読み出す構成となつていて、

以下、この発明について図面を参照しつつ詳しく説明する。第1図は従来の方法を説明するための図で、記録材料に記録されたピント2のトラック配列と情報読み出しのための光ビーム1を示したものである。光ビーム1がピント2を照射するとき反射光の強度変化が生じるので、ピント2の存在が検出され、情報として読み出される。光ビーム1がピント中心を照射している時でも、光ビーム1はガウシアン状の強度分布をもち幅広がっているので隣接トラックのピントにも光が入射する。このために生じるクロストーク量は一次元近似的にガウシアン分布(確率密度函数)の積分により累積分布函数を求めれば得られる。第2図はピント幅を $0.8\mu m$ 、光ビーム径 $2W$ を $1.0\mu m$ としたときのトラック間隔によるクロストーク量の変化を示したものである。トラックピッチ $3.2W = 1.6\mu m$ のときのクロストーク量は $10^{-3}$ 以下で、信号レベルとして問題にならない量である。しかし、トラックピッチを $25W = 1.25\mu m$ にまで狭くすると、クロストーク量は $10^{-3}$ 以上になり、信号のS/Nにかなり問題を生じるので、トラックピッチを $1.8\mu m$ 以下に狭くすることはできない。

第3図はこの発明による読み出し方法を説明するための図である。読み出し用光ビームとして3個の光ビーム $1, 1', 1''$ が用いられ、光ビーム $1', 1''$ は中心の光ビーム1とトラック間隔だけトラックの直交方向に離れている。したがつて、第3図では光ビーム $1'$ はトラック-1、光ビーム1はトラック0、光ビーム $1''$ はトラック+1の中心を照射することになる。各光ビームの隣接トラックへのクロストーク量をkとおくと、各光ビーム $1, 1', 1''$ から得られる信号光量 $S, S', S''$ は次のように書ける。

$$S = kS_{-1} + S_0 + kS_{+1} \quad (1)$$

$$S' = kS_{-2} + S_{-1} + kS_0 \quad (2)$$

$$S'' = kS_{-1} + S_0 + kS_{+1} \quad (3)$$

ここで $S_{-2}, S_{-1}, S_0, S_{+1}, S_{+2}$ は各トラックの中心部に光ビームを入射したときに得られる信号光量を表わす。また第2隣接トラックからの寄与は小さいとして、ここでは無視する。

これら(1), (2), (3)式より

$$S - kS' - kS''$$

$$= (1 - 2k^2) S_0 - k^2 S_{-1} - k^2 S_{+1} \quad (4)$$

が得られ、 $k^2$ の値はトラックピッチと光ビームの大きさによつて一般的に決まり、この値は十分に小さいので信号 $S_0$ を得ることができる。(4)式の意味は各光ビームからの光量を(4)式のように演算すれば情報信号 $S_0$ が得られ、クロストーク量はみから $2k^2 (1 - 2k^2) \sim 2k^2$ に減ずることができる。したがつて記録したピントのトラックピッチを狭くすることができ、高密度化が実現できる。第2図から、トラックピッチ $3.2W$ に対してクロストーク量 $\sim 10^{-3}$ であるから、 $2k^2 \sim 10^{-3}$ になるにはトラックピッチ $2.5W$ が許される。このことから従来の1.28倍( $3.2W / 2.5W$ )に高密度な情報記録読み出しが可能になる。光ディスクの記録容量は $10^9$ ピントと非常に大きいことから、3割弱の容量増大でも大きな効果を引き出すことになる。第4図はこの発明による高密度光読み出し方法を実現するために使用する装置の一例を示す図である。各半導体レーザ $10, 11, 12$ より出射された異なつた波長のレーザ光はハーフミラー $13, 14$ によつて1光束にまとめられ、レンズ $15$ で平行光にされた後、ハーフミラー $16$ で反射しレンズ $17$ に導びかれる。レーザ光はレンズ $17$ によつて集光されモータ $18$ で回転されるディスク $3$ 上に $1\mu m$ のスポットになるが、各半導体レーザ $10, 11, 12$ の位置が光軸に対して互いに微小距離(たとえば $1.25\mu m$ )離れているので各レーザの光ビームは $1.25\mu m$ 間隔に並んでいる。各光ビームは各隣接したトラックのピントによつて反射され、レーザ光はレンズ $17$ 、ハーフミラー $16$ 、レンズ $15$ 、ハーフミラー $13, 14$ を経た後に各半導体レーザ $10, 11, 12$ に戻る。半導体レーザにおいては放射した光を再び半導体レーザの活性領域に戻すレーザ光量や駆動電流の変化が生じる自己結合効果が見い出されており、この自己結合効果を用いて戻ってきた光の情報を検出することができる。第4図では各半

(3)

特公 昭 62-60731

5

導体レーザに異なつた半導体レーザからの戻り光も入射するが、各半導体レーザの波長が少くとも 100Å異なつていればこれらの光による自己結合効果は生じない。したがつて、すでに述べた開設 5 3 トラックに記録されている情報が同時に読み取られる。読み取られた信号は演算回路によつてクロストーク量を掛けて(4)式に相当する処理がなされる。第5図に示すように半導体レーザ10, 1 12からの信号は減衰器33によってクロストーク量  $k$  を掛けた値に減衰され、半導体レーザ11から 10 の信号からこれらの信号を差し引くことにより読み出し信号が得られる。光ビームとディスク3の相対位置を維持するためのトランкиングおよびフォーカシングの信号は良く知られているよう以下に述べるように行なわれる。ディスク18から 15 の反射光はレンズ17、ハーフミラー16、レンズ19を経てハーフミラー20を通過し、2面分割受光器21に導びかれる。トラックと光ビームの相対的位置によつて光量分布が受光器21上で偏在するのでトランкиングずれを検出することが 20 できる。またハーフミラー20で反射した光はウェッジ22を経て4面分割受光器23に導びかれる。ディスク18がレンズ17の焦点位置よりずれると受光器23上の二次元的なビーム形状が非対称な橢円形状に変化するので、フォーカシング 25 ずれを検出することができる。これらの検出器に

6

は各半導体レーザ10, 11, 12からのレーザ光が入射することになり、各トラックからの電位値が相加されるので、1つのレーザ光の場合に比べてトランкиングおよびフォーカシング信号はより信頼性の高いものとなる。

尚、ここでは実施例として自己結合効果を利用した信号読み出しの方式による装置について述べたが、光源に対応する受光素子を設けて別々に信号を検出した場合でもこの発明の効果が得られることは明らかである。

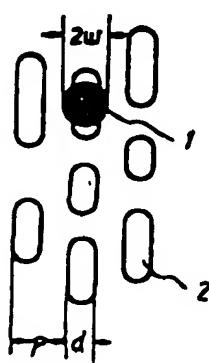
以上、詳細に説明したように、この発明によればクロストーク量を見かけ上小さくすることにより高密度大容量記録の読み出しが可能となる。

## 図面の簡単な説明

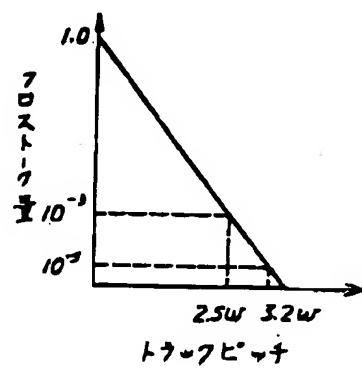
第1図は従来の情報読み出し方法を説明するための図、第2図はクロストーク量を示す図、第3図はこの発明による情報読み出し方法を説明するための図、第4図はこの発明を実現するために使用された装置の一例を示す図、第5図は信号処理回路を示す図である。

図において、1, 1', 1''は光ビーム、2はピント、3はディスク、10, 11, 12は半導体レーザ、13, 14, 16, 20はハーフミラー、15, 17, 19はレンズ、21, 23は面分割受光器、22はウェッジである。

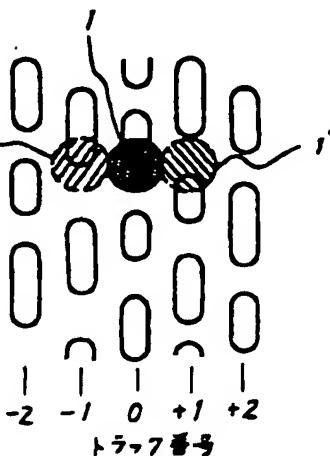
オ 1 図



オ 2 図

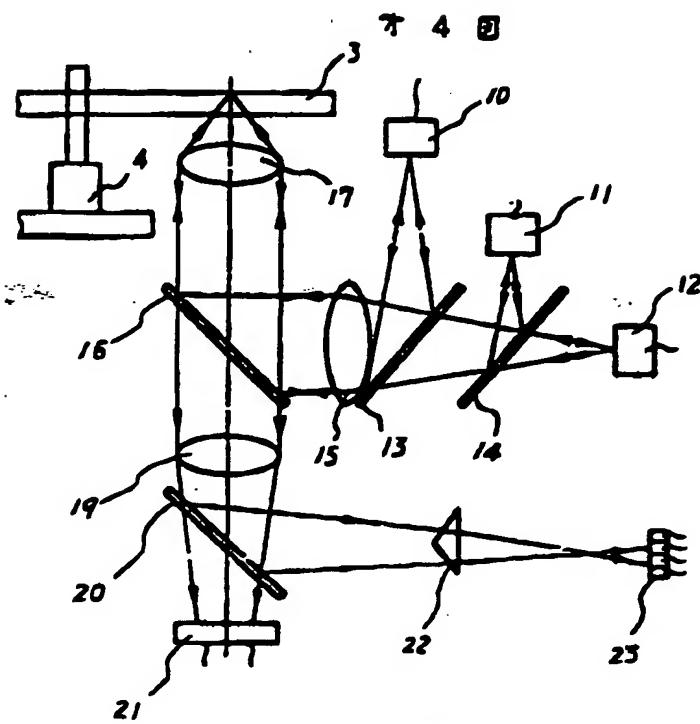


オ 3 図



(4)

特公 図 62-60731



7 5 □

